



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 103 03 978 A 1**

51 Int. Cl. 7:  
**H 01 L 33/00**  
H 01 S 5/323

21 Aktenzeichen: 103 03 978.3  
22 Anmeldetag: 31. 1. 2003  
23 Offenlegungstag: 27. 11. 2003

DE 103 03 978 A 1

86 Innere Priorität:

202 14 521. 2 31. 01. 2002  
202 20 258. 5 20. 09. 2002

30 Unionspriorität:

PCT/DE03/00260 30. 01. 2003 WO

71 Anmelder:

OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93049  
Regensburg, DE

74 Vertreter:

Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München

72 Erfinder:

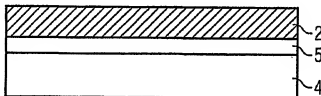
Stauss, Peter, Dr., 93057 Regensburg, DE; Plösl,  
Andreas, Dr., 93053 Regensburg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Dünnschicht-Halbleiterbauelement und Verfahren zu dessen Herstellung

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleiterbauelement mit einem Dünnschicht-Halbleiterkörper (2), der auf einem Germanium-enhaltenden Träger (4) angeordnet ist. Weiterhin ist ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Halbleiterbauelements beschrieben.



DE 103 03 978 A 1

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Halbleiterbauelement nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 13.

[0002] Halbleiterbauelemente der genannten Art enthalten einen Dünnfilmhalbleiterkörper und einen Träger, auf dem der Halbleiterkörper befestigt ist. Zur Herstellung des Dünnfilmhalbleiterkörpers wird zunächst eine Halbleiterschicht auf einem geeigneten Substrat gefertigt, nachfolgend mit dem Träger verbunden und dann von dem Substrat abgelöst. Durch Zerteilen, beispielsweise Zersägen des Trägers mit der darauf angeordneten Halbleiterschicht entsteht eine Mehrzahl von Halbleiterkörpern, die jeweils auf dem entsprechenden Träger befestigt sind.

[0003] Wesentlich ist hierbei, daß das zur Herstellung der Halbleiterschicht verwendete Substrat von der Halbleiterschicht entfernt wird und nicht zugleich als Träger im Bauelement dient.

[0004] Dieses Herstellungsverfahren hat den Vorteil, daß verschiedene Materialien für das Substrat und den Träger verwendet werden können. Damit können die jeweiligen Materialien an die unterschiedlichen Anforderungen für die Herstellung der Halbleiterschicht einerseits und die Betriebsbedingungen andererseits weitgehend unabhängig voneinander angepaßt werden. So kann der Träger entsprechend seiner mechanischen, thermischen und optischen Eigenschaften optimiert werden, während das Substrat entsprechend den Anforderungen zum Fertigen der Halbleiterschicht gewählt wird.

[0005] Insbesondere die epitaktische Herstellung einer Halbleiterschicht stellt zahlreiche spezielle Anforderungen an das Epitaxiesubstrat. Beispielsweise müssen die Gitterkonstanten des Epitaxiesubstrats und der aufzubringenden Halbleiterschicht aneinander angepaßt sein. Weiterhin sollte das Substrat den Epitaxiebedingungen, insbesondere Temperaturen bis über 1000°C, standhalten und für das epitaktische An- und Aufwachsen einer möglichst homogenen Schicht des betreffenden Halbleitermaterials geeignet sein.

[0006] Für die weitere Verarbeitung des Halbleiterkörpers und den Betrieb hingegen stehen andere Eigenschaften des Trägers wie beispielsweise eine hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit sowie Strahlungsdurchlässigkeit bei optoelektronischen Bauelementen im Vordergrund. Die für ein Epitaxiesubstrat geeigneten Materialien sind daher als Träger im Bauelement oftmals nur bedingt geeignet. Schließlich ist es insbesondere bei vergleichsweise teuren Epitaxiesubstraten wünschenswert, die Substrate mehrmals verwenden zu können.

[0007] Das Ablösen der Halbleiterschicht von dem Epitaxiesubstrat kann beispielsweise durch Bestrahlung der Halbleiter-Substrat-Grenzfläche mit Laserstrahlung erreicht werden. Dabei wird die Laserstrahlung in der Nähe der Grenzfläche absorbiert und bewirkt dort eine Temperaturerhöhung bis zur Zersetzung des Halbleitermaterials. Ein derartiges Verfahren ist beispielsweise aus der Druckschrift WO 98/14986 bekannt. Bei dem hierin beschriebenen Verfahren zur Ablösung von GaN- und GaIn-Schichten von einem Saphirsubstrat wird die frequenzverdreifachte Strahlung eines gutgeschalteten Nd:Yag-Lasers bei 355 nm verwendet. Die Laserstrahlung wird durch das transparente Saphirsubstrat auf die Halbleiterschicht eingestrahlt und in einer etwa 100 nm dicken Grenzschicht am Übergang zwischen dem Saphirsubstrat und der GaN-Halbleiterschicht absorbiert. An der Grenzfläche werden dabei so hohe Temperaturen erreicht, daß sich die GaN-Grenzschicht zersetzt, und in der Folge die Bindung zwischen der Halbleiter-

schicht und dem Substrat getrennt wird.

[0008] Als Träger wird oftmals bei herkömmlichen Verfahren ein Galliumarsenid-Substrat (GaAs-Substrat) verwendet. Allerdings fallen bei der Verarbeitung, beispielsweise beim Sägen von GaAs-Substraten giftige arsenhaltige Abfälle an, die eine entsprechend aufwendige Entsorgung erfordern. Hinzukommt, daß GaAs-Substrate eine bestimmte Mindestdicke aufweisen müssen, um eine ausreichende mechanische Stabilität für das oben genannte Herstellungsverfahren zu gewährleisten. Dies kann ein Abdünnen, beispielsweise Abschleifen des Trägers nach dem Aufbringen der Halbleiterschicht und dem Ablösen vom Epitaxiesubstrat erforderlich machen, wodurch der Aufwand bei der Herstellung und das Risiko eines Bruchs im Träger steigt.

[0009] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Dünnfilmbauelement der eingangs genannten Art mit einem verbesserten Träger zu schaffen. Insbesondere soll dieses Bauelement technisch möglichst einfach und kostengünstig herstellbar sein. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Herstellungsverfahren anzugeben.

[0010] Diese Aufgabe wird mit einem Bauelement gemäß Patentanspruch 1 bzw. einem Herstellungsverfahren gemäß Patentanspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, ein Halbleiterbauelement mit einem Dünnfilmhalbleiterkörper zu bilden, der auf einem Germanium enthaltenden Träger angeordnet ist. Vorzugsweise wird als Träger ein Germanium-Substrat verwendet. Im folgenden werden diese Träger kurz als "Germaniumträger" bezeichnet.

[0012] Unter einem Dünnfilmhalbleiterkörper ist im Rahmen der Erfindung ein substratlos Halbleiterkörper zu verstehen, also ein epitaktisch gefertigter Halbleiterkörper, von dem das Epitaxiesubstrat, auf das der Halbleiterkörper ursprünglich aufgewachsen worden ist, entfernt ist.

[0013] Zur Befestigung kann der Halbleiterkörper beispielsweise auf den Germaniumträger geklebt sein. Bevorzugt ist eine Lötverbindung zwischen dem Dünnfilmhalbleiterkörper und dem Träger ausgebildet. Eine solche Lötverbindung weist gegenüber Klebverbindungen in der Regel eine höhere Temperaturbelastbarkeit und eine bessere thermische Leitfähigkeit auf. Weiterhin wird mittels einer Lötverbindung ohne zusätzlichen Aufwand eine elektrisch gut leitende Verbindung zwischen dem Träger und dem Halbleiterkörper geschaffen, die zugleich zur Kontaktierung des Halbleiterkörpers dienen kann.

[0014] Germaniumträger sind gegenüber arsenhaltigen Trägern deutlich leichter zu bearbeiten, wobei insbesondere keine giftigen arsenhaltigen Abfälle anfallen. Damit wird der Gesamtaufwand bei der Herstellung reduziert. Weiterhin zeichnen sich Germaniumträger durch eine höhere mechanische Stabilität aus, die es erlaubt, dünnere Träger zu verwenden und insbesondere auf ein nachfolgendes Abschleifen des Trägers zum Abdünnen zu verzichten. Schließlich sind Germaniumträger deutlich kostengünstiger als vergleichbare GaAs-Träger.

[0015] Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung wird der Dünnfilmhalbleiterkörper auf den Germaniumträger gelötet. Vorzugsweise wird hierzu eine Gold-Germanium-Lötverbindung ausgebildet. Damit wird eine feste, temperaturbeständige und elektrisch wie thermisch gut leitende Verbindung erreicht. Da die Schmelztemperatur der entstehenden Gold-Germanium-Verbindung größer ist als die üblicherweise bei der Montage eines fertigen Bauelements, beispielsweise dem Auflöten auf eine Leiterplatte, entstehenden Temperaturen, ist eine Ablösung des Halbleiterkörpers von dem Träger bei der Montage nicht zu befürchten.

[0016] Die Erfindung eignet sich besonders für Halbleiterkörper auf der Basis von III-V-Verbindungshalbleitern, worunter insbesondere die Verbindungen  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ ,  $\text{In}_x\text{As}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ ,  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}$ ,  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ , jeweils mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$ , sowie  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_y\text{N}_{1-y}$  mit  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$  zu verstehen sind.

[0017] Für die epitaktische Herstellung des genannten Nitridverbindungshalbleiters  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$  werden oftmals Saphir- oder Siliziumcarbid-Substrate verwendet. Da Saphirsubstrate einerseits elektrisch isolierend sind und somit keine vertikale leitfähigen Bauelementstrukturen ermöglichen, und Siliziumcarbid-Substrate andererseits vergleichsweise teuer und spröde sind und somit eine aufwendige Verarbeitung erfordern, ist die weitere Prozessierung von nitrid-basierenden Halbleiterkörpern als Dünnfilmhalbleiterkörper, also ohne Epitaxiesubstrat, besonders vorteilhaft.

[0018] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauelements mit einem Dünnfilmhalbleiterkörper wird zunächst der Dünnfilmhalbleiterkörper auf ein Substrat aufgewachsen, nachfolgend ein Germaniumträger wie zum Beispiel ein Germanium-Wafer auf die von dem Substrat abgewandte Seite des Trägers aufgebracht und dann der Dünnfilmhalbleiterkörper vom Substrat abgelöst.

[0019] Vorzugsweise wird der Dünnfilmhalbleiterkörper auf den Träger gelötet. Dazu wird beispielsweise auf den Träger und den Dünnfilmhalbleiterkörper jeweils auf der Verbindungsseite eine Goldschicht aufgebracht. Nachfolgend werden diese Goldschichten in Kontakt gebracht, wobei Druck und Temperatur so gewählt sind, daß eine Gold-Germanium-Schmelze entsteht, die unter Ausbildung eines Gold-Germanium-Eutektikums erstarrt. Alternativ kann die Goldschicht auch nur auf dem Träger oder dem Dünnfilmhalbleiterkörper aufgebracht sein. Auch die Aufbringung einer Gold-Germanium-Legierung statt der Goldschicht bzw. der Goldschichten ist möglich. Da der Träger selbst Germanium enthält, werden einerseits Legierungsprobleme, wie sie bei GaAs-Substraten auftreten können, vermieden. Andererseits stellt der Germaniumträger hinsichtlich der Gold-Germanium-Schmelze ein Germanium-Reservoir dar, das die Ausbildung des Eutektikums erleichtert.

[0020] Das Substrat kann bei der Erfindung mittels eines Schleif- oder Ätzverfahrens abgetragen werden. Vorzugsweise werden diese Schritte kombiniert, so daß das Substrat zunächst his auf eine dünne Restschicht abgeschliffen wird, und nachfolgend die Restschicht abgeätzt wird. Ein Ätzverfahren eignet sich besonders für Halbleiterschichten auf  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ - oder  $\text{In}_x\text{As}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ -Basis, die auf ein GaAs-Epitaxiesubstrat aufgewachsen sind. Zweckmäßigerweise wird dabei mittels eines Ätzstopps die Ätztiefe eingestellt, so daß das GaAs-Epitaxiesubstrat bis zu den Halbleiterschichten auf  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ - oder  $\text{In}_x\text{As}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ -Basis abgeätzt wird.

[0021] Bei Halbleiterschichten auf der Basis von Nitridverbindungshalbleitern erfolgt das Ablösen des Substrats vorzugsweise durch Laser-Bestrahlung. Dabei wird die Substrat-Halbleiter-Grenzfläche durch das Substrat hindurch mit Laserstrahlung bestrahlt. Die Strahlung wird in der Umgebung der Grenzfläche zwischen Halbleiterschicht und Substrat absorbiert und führt dort zu einer Temperaturerhöhung bis zur Zersetzung des Halbleitermaterials, wobei das Substrat sich von der Halbleiterschicht löst. Vorzugsweise wird hierfür ein gütegeschalteter Nd: YAG-Laser mit Frequenzverdreifung oder ein Excimer-Laser verwendet, der beispielsweise im ultravioletten Spektralbereich emittiert. Zum Erreichen der erforderlichen Intensität ist ein gepulster Betrieb des Excimer-Lasers zweckmäßig. Allge-

mein haben sich Impulsdauern kleiner oder gleich 10 ns als vorteilhaft erwiesen.

[0022] Weitere Merkmale, Vorzüge und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Fig. 1 bis 3.

[0023] Es zeigen:

[0024] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Halbleiterbauelements,

[0025] Fig. 2a bis 2d eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens anhand von vier Zwischenschritten, und

[0026] Fig. 3a bis 3e eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens anhand von fünf Zwischenschritten.

[0027] Gleiche oder gleich wirkende Elemente sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0028] Das in Fig. 1 dargestellte Halbleiterbauelement weist einen Träger 4 in Form eines Germaniumsubstrats auf, auf dem mittels einer Lötmasse 5 ein Dünnfilmhalbleiterkörper 2 befestigt ist. Der Dünnfilmhalbleiterkörper 2 umfaßt vorzugsweise eine Mehrzahl von Halbleiterschichten, die zunächst auf ein Epitaxiesubstrat (nicht dargestellt) aufgewachsen wurden, das nach dem Aufbringen des Halbleiterkörpers auf den Träger 4 entfernt wurde.

[0029] Die Ausführung als Dünnfilmbauelement eignet sich insbesondere für strahlungsemitierende Halbleiterkörper, da eine Absorption der erzeugten Strahlung und damit eine Reduzierung der Strahlungsausbeute im Epitaxiesubstrat vermieden wird. Beispielsweise können die Halbleiterschichten in Form eines strahlungszeugenden pn-Übergangs, der weiterhin eine Einfach- oder Mehrfachquantenpunktstruktur enthalten kann, angeordnet sein.

[0030] Bevorzugt ist bei der Erfindung zwischen der strahlungsemitierenden Schicht des Dünnfilmhalbleiterkörpers und dem Germaniumträger eine Spiegelschicht angeordnet. Diese Schicht reflektiert die in Richtung des Germaniumträgers emittierten Strahlungsanteile und erhöht so die Strahlungsausbeute. Weiter bevorzugt ist die Spiegelschicht als metallische Schicht ausgeführt, die insbesondere zwischen der durch die Lötverbindung gebildete Schicht und dem Dünnfilmhalbleiterkörper angeordnet sein kann. Hochreflektierende Spiegel können beispielsweise dadurch gebildet werden, daß auf dem Dünnfilmhalbleiterkörper zunächst eine dielektrische Schicht und nachfolgend die bevorzugt metallische Spiegelschicht angeordnet ist, wobei zweckmäßigerweise zur elektrischen Kontaktierung des Dünnfilmhalbleiterkörpers die Spiegelschicht teilweise unterbrochen ist.

[0031] Vorteilhafterweise können bei der Erfindung herkömmliche Bauelemente und Verfahren mit GaAs als Trägermaterial weitgehend unverändert übernommen werden, wobei statt des GaAs-Trägers ein Germaniumträger verwendet wird. Da der thermische Ausdehnungskoeffizient von Germanium ähnlich dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Galliumarsenid ist, ist in der Regel der Austausch von herkömmlichen GaAs-Substraten gegen Germaniumsubstrate ohne zusätzlichen Aufwand bei der Herstellung und ohne Verschlechterung der Bauelementeigenschaften möglich ist. Hingegen zeichnet sich Germanium durch eine etwas höhere thermische Leitfähigkeit gegenüber Galliumarsenid aus.

[0032] Wie bereits beschrieben, sind darüber hinaus Germaniumsubstrate aufgrund ihres geringen Preises, ihrer leichteren Verarbeitbarkeit und ihrer vergleichsweise hohen mechanischen Stabilität vorteilhaft. So können beispielsweise GaAs-Substrate mit einer Dicke von über 600 µm ge-

gen Germaniumsubstrate mit einer Dicke von 200 µm ausgetauscht werden, wodurch ein nachfolgendes Abdünnen des Substrats entfallen kann.

[0033] Weiterhin ist hinsichtlich der Lötverbindung 5 Germanium vorteilhaft, da damit Legierungsprobleme bei Galliumarsenid in Verbindung mit Gold-Germanium-Metallisierungen vermieden werden.

[0034] Im ersten Schritt des in Fig. 2 dargestellten Verfahrens, Fig. 2a, wird auf dem Substrat 1 ein Halbleiterkörper 2, aufgebracht. Insbesondere kann der Halbleiterkörper 2 auch eine Mehrzahl von Einzelschichten, beispielsweise auf  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ -Basis enthalten, die nacheinander auf das Substrat 1 aufgewachsen werden.

[0035] Im nächsten Schritt, Fig. 2b, wird der Halbleiterkörper 2 auf der vom dem Substrat abgewandten Seite mit einer Metallisierung 3a versehen. Bevorzugt wird eine Goldschicht aufgedampft.

[0036] Weiterhin ist ein Germaniumträger 4 vorgesehen, auf den in entsprechender Weise eine Metallisierung 3b, vorzugsweise ebenfalls eine Goldschicht, aufgebracht wird. Diese Metallisierungen 3a, 3b dienen einerseits zur Ausbildung der Lötverbindung zwischen Halbleiterkörper 2 und Substrat 1 und bilden andererseits einen elektrisch gut leitenden, ohmschen Kontakt. Optional kann auf eine der Goldschichten 3a, 3b eine Gold-Antimon-Schicht 3c aufgetragen werden, wobei Antimon als n-Dotierung des zu bildenden Kontakts dient. Statt Antimon kann auch Arsen oder Phosphor zur Dotierung verwendet werden. Alternativ kann auch ein p-Kontakt, beispielsweise mit einer Aluminium-, Gallium- oder Indiumdotierung gebildet werden.

[0037] Alternativ kann im Rahmen der Erfindung auch nur eine Metallisierung 3a oder 3b verwendet werden, die entweder auf den Halbleiterkörper 2 oder den Germaniumträger 4 aufgebracht wird.

[0038] Im nächsten Schritt, Fig. 2c, werden der Germaniumträger 4 und das Substrat 1 mit dem Halbleiterkörper 2 aneinandergelötet, wobei Temperatur und Druck so gewählt werden, daß die Metallisierung 3a, 3b, 3c aufschmilzt und nachfolgend als Lötverbindung erstarrt. Vorzugsweise bildet sich dabei zunächst eine Gold-Germanium-Schmelze, die beim Abkühlen ein gegebenenfalls antimon-dotiertes Gold-Germanium-Eutektikum als Lötverbindung bildet. Vorteilhafterweise können mit dieser Schmelze auch Protusionen und andere einer Ebene abweichende Oberflächenformen umhüllt (akkommodiert) werden, so daß im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren von einer planparallelen Schmelzfront abgewichen werden kann. Zum Beispiel werden so Partikel auf der Oberfläche des Halbleiterkörpers von der Schmelze umhüllt und in die Lötverbindung eingebettet.

[0039] Im letzten Schritt, Fig. 2d wird das Substrat 1 abgetragen. Dazu wird beispielsweise das Substrat 1 zunächst bis auf eine dünne Restschicht abgeschliffen und nachfolgend die Restschicht abgezogen. Es verbleibt ein Dünnschicht-Halbleiterkörper 2, der auf einem Germaniumträger 4 aufgelötet ist. Wie bereits erläutert ist dieses Verfahren insbesondere für  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ -basierende Halbleiterkörper auf GaAs-Epitaxiesubstraten vorteilhaft.

[0040] Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel wird im Unterschied zu dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel das Substrat mittels eines Laserabblöseverfahrens abgehoben.

[0041] Im ersten Schritt, Fig. 3a, wird auf einem Substrat 1 ein Halbleiterkörper 2, vorzugsweise auf der Basis eines Nitridverbindungs-Halbleiters, aufgewachsen. Der Halbleiterkörper 2 kann wie bei dem vorigen Ausführungsbeispiel eine Mehrzahl von Einzelschichten umfassen und als strahlungsemitierender Halbleiterkörper ausgebildet sein. Als Substrat 1 eignet sich im Hinblick auf die Epitaxie und Gitter-

anpassung von Nitridverbindungs-Halbleitern sowie das Laserabblöseverfahren insbesondere ein Saphirsubstrat.

[0042] Auf die Oberfläche des Halbleiterkörpers wird eine Metallisierung 3, vorzugsweise eine Goldmetallisierung aufgebracht.

[0043] Fig. 3b, und dann der Halbleiterkörper mit einem Germaniumträger 4 verlötet, Fig. 3c. Die Lötverbindung 5 wird entsprechend dem vorigen Ausführungsbeispiel gebildet. Alternativ können auch wie dort beschrieben zwei Goldschichten vorgesehen sein, die einerseits auf den Träger und andererseits auf den Halbleiterkörper aufgebracht sind.

[0044] Im nachfolgenden Schritt, Fig. 3d, wird die Halbleiterschicht 2 durch das Substrat 1 hindurch mit einem Laserstrahl 6 bestrahlt. Die Strahlungsenergie wird vorwiegend nahe an der Grenzfläche zwischen der Halbleiterschicht 2 und dem Substrat 1 in der Halbleiterschicht 2 absorbiert und bewirkt an der Grenzfläche eine Materialzerlegung, so daß nachfolgend das Substrat 1 abgehoben werden kann.

[0045] Vorteilhafterweise werden die aufgrund der Materialzerlegung auftretenden starken mechanischen Belastungen von der Lötverbindung aufgenommen, so daß sogar Halbleiterschichten mit einer Dicke von wenigen Mikrometern zerstörungsfrei vom Substrat abgelöst werden können.

[0046] Als Strahlungsquelle ist ein Excimer-Laser, insbesondere ein XeF-Excimer-Laser, oder ein gütegeschalteter Nd:YAG-Laser mit Frequenzverdreifachung vorteilhaft.

[0047] Die Laserstrahlung wird vorzugsweise mittels einer geeigneten Optik durch das Substrat hindurch auf die Halbleiterschicht 2 fokussiert, so daß die Energiedichte auf der Halbleiteroberfläche zwischen 100 mJ/cm<sup>2</sup> und 1000 mJ/cm<sup>2</sup>, vorzugsweise zwischen 200 mJ/cm<sup>2</sup> und 800 mJ/cm<sup>2</sup> liegt. Damit kann das Substrat 1 rückstandslos von dem Halbleiterkörper abgehoben werden, Fig. 3e. Vorteilhafterweise ermöglicht diese Art der Trennung eine erneute Verwendung des Substrats als Epitaxiesubstrat.

[0048] Die Erläuterung der Erfindung anhand der beschriebenen Ausführungsbeispiele stellt selbstverständlich keine Einschränkung hierauf dar. Vielmehr können einzelne Aspekte der Ausführungsbeispiele weitgehend frei im Rahmen der Erfindung miteinander kombiniert werden.

#### Patentansprüche

1. Halbleiterbauelement mit einem Dünnschicht-Halbleiterkörper (2), der auf einem Träger (4) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (4) Germanium enthält.
2. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnschicht-Halbleiterkörper (2) auf den Träger (4) gelötet ist.
3. Halbleiterbauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnschicht-Halbleiterkörper (2) mittels eines goldhaltigen Lots auf den Träger (4) gelötet ist.
4. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnschicht-Halbleiterkörper (2) eine Mehrzahl von Einzelschichten umfaßt.
5. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnschicht-Halbleiterkörper (2) bzw. mindestens eine der Einzelschichten einen III-V-Verbindungs-Halbleiter enthält.
6. Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnschicht-Halbleiterkörper (2) bzw. mindestens eine der Einzelschichten  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ ,  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 \leq x+y \leq 1$  enthält.

7. Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnfilmhalleiterkörper (2) bzw. mindestens eine der Einzelschichten  $\text{In}_x\text{As}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{P}$ ,  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y - 1, 0 \leq x + y \leq 1$  enthält.

8. Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnfilmhalleiterkörper (2) bzw. mindestens eine der Einzelschichten  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}$  mit  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x + y \leq 1$  oder  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_{1-y}\text{N}_y$  mit  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1$  enthält.

9. Halbleiterbauelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnfilmhalleiterkörper (2) bzw. mindestens eine der Einzelschichten einen NitridverbindungsHalbleiter, insbesondere  $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ,  $0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1, 0 \leq x + y \leq 1$  enthält.

10. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Dünnfilmhalleiterkörper (2) einen strahlungsemitierenden aktiven Bereich aufweist.

11. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Dünnfilmhalleiterkörper (2) und dem Träger (4) eine Spiegelschicht, vorzugsweise eine metallische Spiegelschicht angeordnet ist.

12. Halbleiterbauelement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Dünnfilmhalleiterkörper (2) und der Spiegelschicht zumindest teilweise eine dielektrische Schicht angeordnet ist.

13. Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauelements mit einem Dünnfilmhalleiterkörper (2), der auf einem Träger (4) angeordnet ist, mit den Schritten

- a) Aufwachsen des Dünnfilmhalleiterkörpers auf ein Substrat,
- b) Aufbringen des Trägers (4) auf eine vom Substrat (1) abgewandte Seite des Dünnfilmhalleiterkörpers (2), und
- c) Ablösen des Dünnfilmhalleiterkörpers (2) vom Substrat, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (4) Germanium enthält.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt c) das Substrat abgetragen, insbesondere abgeschliffen und/oder abgeätzt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt c) der Halbleiterkörper durch Laserbestrahlung von dem Substrat (1) abgelöst wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt b) der Träger aufgelöst wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß auf der dem Träger zugewandten Seite des Dünnfilmhalleiterkörpers (2) und/oder auf der dem Dünnfilmhalleiterkörper (2) zugewandten Seite des Trägers eine Goldschicht (3, 3a, 3b) angeordnet ist, die beim Auflösen des Trägers in Schritt b) zumindest teilweise eine Gold und Germanium enthaltende Schmelze bildet.

18. Verfahren einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß vor Schritt b) auf der dem Träger zugewandten Seite des Dünnfilmhalleiterkörpers (2) und/oder auf der dem Dünnfilmhalleiterkörper (2) zugewandten Seite des Trägers eine Gold und Germanium enthaltende Schicht aufgebracht wird ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß damit ein Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12 hergestellt wird.

20. Halbleiterbauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 12 oder Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis

19, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiterbauelement eine Lichtemissionsdiode, insbesondere eine Leuchtdiode oder eine Laserdioden ist.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1

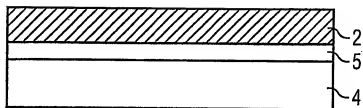


FIG 2A



FIG 2B

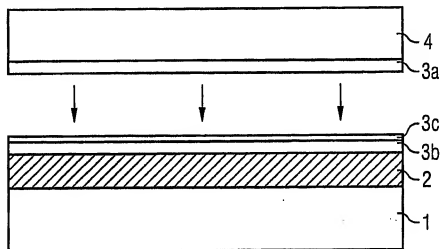
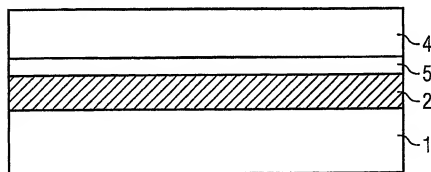


FIG 2C



**FIG 2D**





FIG 3A



FIG 3B

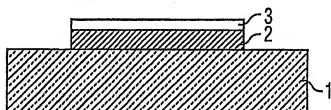


FIG 3C

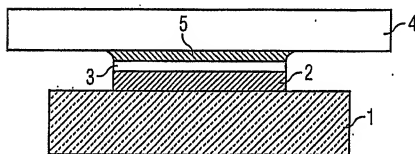


FIG 3D

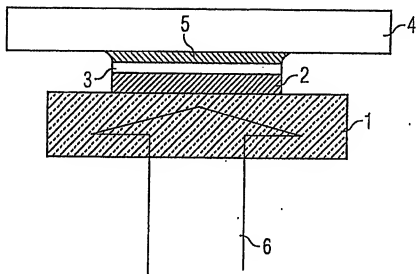


FIG 3E

